

A. INTRODUCCIÓ:

El Juliol de l'any 2010 la UTE Yosumo va ser la adjudicatària de la redacció del projecte del conjunt multifuncional a Rambla Poblenou 128-130, format per aparcament soterrat de dues plantes (254 places), Escola Infantil i Primària i Casal de Barri. El promotor BIMsa, actua en representació respectivament de: BSM (aparcament), Departament d'ensenyament de la Generalitat de Catalunya (Escola), Ajuntament de Barcelona (Casal). El projecte executiu definitiu va ser lliurat el Febrer del 2011.

L'aparcament i l'escola infantil i primària van ser lliurades el mes de desembre del 2012 i estan en funcionament.

B. CONVENIÈNCIA DEL SISTEMA CONSTRUCTIU:

Cobertes transitables – pati de jocs. L'escola Sant Martí es situa en un entorn urbà molt dens, les petites dimensions del solar així com el fet de compartir l'emplaçament amb un aparcament soterrat de dues plantes, obliga a que els patis de joc i les pistes esportives exteriors estiguin sempre situades a les cobertes. D'aquesta manera les cobertes transitables de l'escola sumen casi 3000m² de les quals 1900m² cobreixen dependències de la pròpia escola i estan ventilades.

Aïllament Acústic. El sistema de coberta ha de garantir que els patis de joc i esportius col·locats a les diferents cobertes no suposen un problema acústic respecte les aules que hi ha a la part inferior. Aquest problema podria ser especialment greu, entre la pista poliesportiva situada a planta primera i les aules infantils (3 a 6 anys) que hi ha a la part inferior. Cal per tant un sistema que garanteixi un bon comportament a so aeri i a so d'impacte. La cambra d'aire lleugerament ventilada incrementa les prestacions en aquest sentit.

Sistema d'evacuació de l'aigua. Les pendent necessàries per l'evacuació de l'aigua de pluja han de ser compatibles amb superfícies regulars per la pràctica esportiva i el joc. El sistema de coberta ha de garantir aquesta compatibilitat entre l'ús de les cobertes i la necessària funció d'estanquitat a l'aigua.

Pavimentació adequada. El paviment exterior final ha de ser compatible amb la pràctica de l'esport, ha de ser continu, sense junts o irregularitats, ha de garantir el grau de lliscabilitat exigida per paviments exteriors (classe 3) i alhora permetre un ràpid assecat de la superfície per garantir la màxima utilització dels patis.

Comportament Energètic. Era voluntat ferma dels projectistes aconseguir un bon comportament energètic de l'edifici, buscant des del principi una qualificació energètica tipus A. Per tal d'aconseguir-ho, a més de buscar la màxima eficiència en les instal·lacions era primordial aconseguir unes bones prestacions de l'envoltant tèrmica:

Estratègies principals de reducció de la demanda energètica a la coberta:

• **Mecanisme de dissipació de la radiació solar.** Barcelona, com tot el sud d'Europa té durant gran part de l'any un fort component de radiació solar, les cobertes són la part de l'edifici més exposat, més de 900w/m² el mes de juliol en cobertes (veure imatges 1 i 2). La cambra d'aire lleugerament ventilada garanteix dissipar gran part de l'energia per la convecció de la cambra i per tant reduir les càrregues tèrmiques a l'interior de l'edifici.

• **Baixa transmissió tèrmica.** Per aconseguir un bon comportament tèrmic la coberta té una transmissió global inferior al límit normatiu.

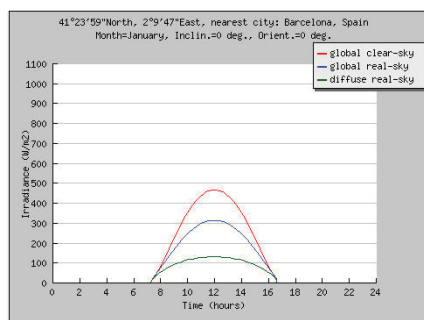


Fig. 1 Irradiància Mes de Gener, Coberta

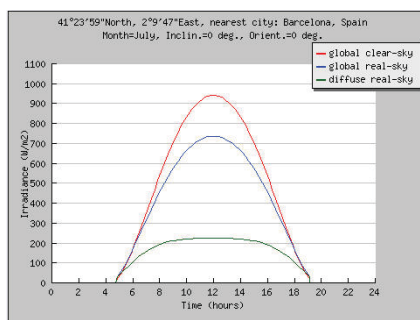


Fig. 2 Irradiància Mes de Juliol, Coberta

C. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA CONSTRUCTIU:

El sistema constructiu de la coberta proposa una reinterpretació moderna de la coberta catalana. Es crea una càmera d'aire lleugerament ventilada per sota de la impermeabilització de la coberta, afavorint la dissipació del calor de la radiació solar per convecció a la càmera. Aquesta càmera i la forma en què es constitueix, propicien unes prestacions acústiques a so aeri i a so d'impacte molt millorades.

El sistema de coberta es basa en utilitzar elements alleugeridors industrialitzats tipus "cavity" de polipropilè reciclat per generar la cambra d'aire de 12cm. Sobre el forjat amb pendent o sobre la capa de pendents de formigó alleugerit, segons el cas, es disposa l'aïllament tèrmic de poliestirè extrudit (6cm) amb una làmina de polietilè interposada, fent les funcions de barrera de vapor.

Immediatament sobre l'aïllament es col·loquen els alleugeridors en forma d'iglú de 12 cm. Es formigona in-situ la capa de compressió de 5cm de formigó armat amb malla 15x15. Aquesta capa convenientment allisada es converteix en la base per adherir el sistema d'impermeabilització asfàltic bi-capa tipus PA-8. L'impermeabilització es protegeix amb una làmina geotèxtil i una làmina de polietilè i a sobre es col·loca el paviment de formigó porós. El gruix del formigó porós és variable entre 5 i 10 cm per aconseguir un pendent de l'1%.

La ventilació:

Els cavitats de polipropilè creen una càmera ventilada d'espessor constant. Els perímetres de les cobertes estan executats amb murs de formigó armat, d'alçada variable depenent de la coberta, on s'han incorporat les obertures de ventilació que uneixen la cambra amb l'exterior. Els sistema de sanejament de les cobertes està format per un canal continu per sota del qual (en els punts alts del canal) es comuniquen la cambra i l'aire exterior. La ventilació es realitza entre el revestiment i el muret de formigó.

El canal:

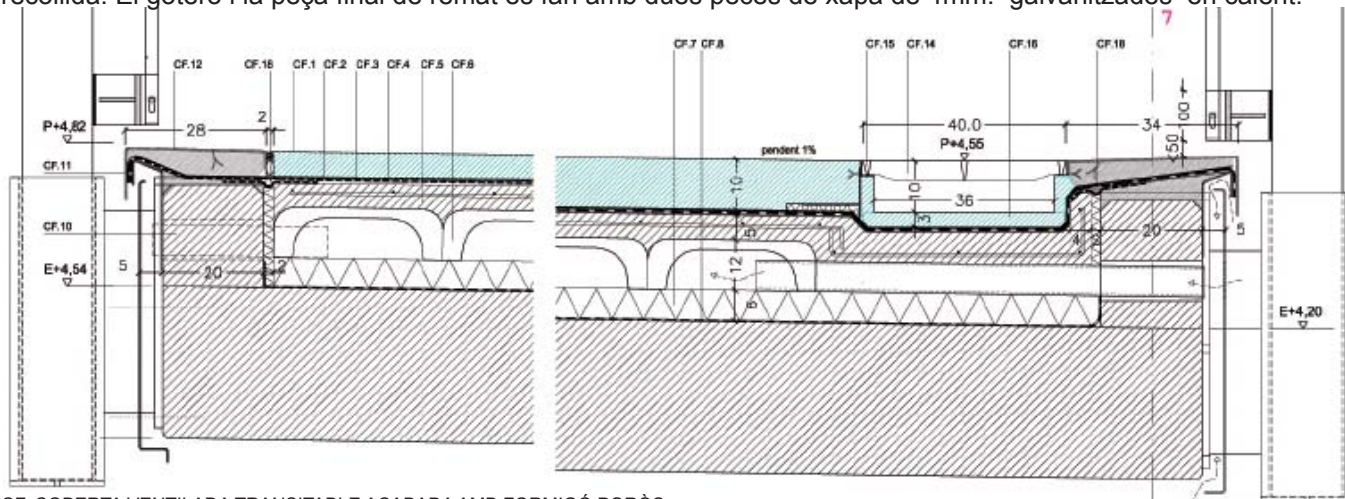
La utilització de grans canals de desguàs, permet que les pendents de la coberta siguin molt regulars (molt més que utilitzant boneres puntuals) i per tant no afectin a les activitats de coberta. Els canals estan realitzats in-situ i permeten recollir l'aigua superficial i la que circula per la impermeabilització (la major part). El canal disposa de bastiment superior i reixa de fosa.

Per realitzar els canals, es recupera el gruix de la cambra ventilada i aquesta es comunica amb l'exterior aprofitant passos a la part inferior del canal en els punts alts.

El perímetre, el minvell: Hi ha dies tipologies, bàsicament:

A la coberta superior de l'edifici, el mur de formigó que hem comentat amb anterioritat és alt i es converteix amb la barana. Aquest mur es formigona amb un encaix que garanteix la remuntada de la làmina més dels 20cm normatius protegida per una planxa de 4mm d'acer.

A la coberta de la pista poliesportiva, el muret és més baix que la làmina impermeable de forma que aquesta sobresurt formant un goteró, i alhora un sobreexidor lineal natural en cas de mal funcionament del sistema de recollida. El goteró i la peça final de remat es fan amb dues peces de xapa de 4mm galvanitzades en calent.



CF. COBERTA VENTILADA TRANSITABLE ACABADA AMB FORMIGÓ PORÓS

CF.1 Paviment de formigó porós format per àrids rodats de granulometria seleccionada aglomerat amb ciment CP 350 i resines estirèniques. Acabat amb pintura a base de resines de poliuretà. Junts de retracció i dilatació cada 6x6m aproximadament amb junts de EPDM. **CF.2** Protecció làmina: Polietilè 100gr/m² **CF.3** Protecció làmina: Geotèxtil 200gr/m² **CF.4** Membrana impermeable PA-8. Adherida. Imprimació asfàltica de 1,5Kg/m². Làmina inferior tipus LBM (SBS)-40-FV de 4Kg/m² i armadura de fibra de vidre. Làmina superior tipus LBM (SBS)-40-FP de 4Kg/m² i armadura de políester. Reforç amb membrana auto protegida amb còdols minerals als minells i Canals. **CF.5** Capa de compressió de formigó. HA20/B/12/IIIa de 5cm de gruix en el punt mínim. Consum de formigó 0,07m³/m². Armat amb malla electrosoldada B-500T. Ø5mm 20x20cm. **CF.6** Mòduls Alleugeridors. i de formació de cambra ventilada de polipropilè reciclat de 12cm d'alçada, encadellats. Tipus Soliglú H12 de Daliforma o similar. **CF.7** Plaques de poliestirè extrudit (XPS) encadellades. Densitat 35 kg/m³. Tipus IV, UNE EN 13164. Conductivitat tèrmica λ=0,034W/mK. Gruix 60mm. **CF.8** Barrera de Vapor: Barrera de Vapor asfàltica amb vel de polietilè adherit. **CF.9** Capa de pendents: Capa de formació de pendents amb formigó alleugerit densitat <600kg/m³. Gruix mitjà 8cm. **CF.10** Ventilació de la cambra: Tubs de pvc corrugats Ø80mm. amb protecció anti insectes amb malla de polipropilè. Passatubs de pvc 110mm a murs i a mimbells de formigó armat. (74 tubs Ø8cm per assegurar una ventilació>3750cm² uniformement repartits a ambdues cares). **CF.11** Remat 1. D' Impermeabilització: Xapa d'acer de 4mm d'espessor plegada formant angle amb un desenvolupament de 35cm, carteles rigiditzadors del mateix gruix cada 80cm. Peces de 150cm de llargària, galvanitzada en calent 80 micres, totalment mecanitzada per fixar al forjat amb tacs mecànics d'expansió. **CF.12** Remat 2. De Paviment: Xapa d'acer lagrimada de 4mm d'espessor plegada formant U amb un desenvolupament de 35cm, i 200cm de longitud fixada al morter amb gafes, tot galvanitzat en calent 80 micres **CF.14** Reixa fabricada en fosa dúctil, Dimensions de reixa de 750x400x27 mm. Superfície metàl·lica antilliscant. Tipus Mecaline RM40 de Fundición Dúctil Benito. **CF.15** Marc perimetral format per perfil L 40x40x5mm. amb "gafes" inferiors fixades a morter de ciment. Tot en acer galvanitzat en calent pintat de negre. **CF.16** Interior del canal acabat amb morter de ciment portlant lliscat. **CF.18** Junts de dilatació de la coberta a tot el perímetre i cada 13m, interrompent totes les capes de coberta.

SISTEMA DE COBERTA TRANSITABLE VENTILADA.

EDIFICI MULTIFUNCIONAL A LA RAMBLA POBLENOU: ESCOLA D'EDUCACIÓ INFANTIL I PRIMÀRIA SANT MARTÍ.

D. PRESTACIONS:

Tèrmiques: (segons dbHE1)

- La coberta aconsegueix una transmitància de: $U_c = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$
(valor normatiu, zona climàtica C2: $U_c = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Certificació energètica: (segons Real Decret 47/2007):

- Certificació energètica de l'edifici acabat: A
- Consum d'energia primària de l'edifici : $80,1 \text{ Kwh/m}^2\text{any}$
- Emissions: $19,7 \text{ KgCO}_2/\text{m}^2 \text{ any}$ un 64% menors que l'edifici de referència

Acústiques: (segons dbHR1) segons Assaig in situ Applus (norma UNE-EN ISO140-7:1999)

- Nivell de pressió de soroll d'impactes estandarditzat $L'_{nT,W} \leq 28 \text{ dB}$
(valor normatiu $L'_{nT,W} \leq 65 \text{ dB}$)

Lliscament: (segons db SUA) CLASSE 3

E. POSTA EN OBRA DEL SISTEMA:

La gran superfície de cobertes existents a l'escola, (més de 3000 m^2 , de les quals 1900 m^2 ventilades) ha obligat buscar un sistema d'execució àgil i molt sistematitzat, on els treballs es puguin realitzar amb molt pocs elements ,molt seriatos. La gran extensió ha obligat també a una exhaustiva definició dels junts de dilatació: junts de coberta (afectant a totes les capes) cada $15 \times 15 \text{ m}$ i junts de treball del formigó porós cada $5 \times 5 \text{ m}$ aproximadament. El sistema de coberta disposa però d'un elevat nombre de capes que han de seguir un ordre de posta en obra successiu. El fet de tenir cobertes a diferents nivells ha permès que cada una d'elles hagi portat el seu ritme d'execució.

PROCEDIMENT D'EXECUCIÓ:

1. A la pista poliesportiva (1300 m^2) el forjat es va realitzar amb pendent d'un 1,5% . A la coberta superior (600 m^2) el forjat es va executar pla i la pendent es va realitzar amb formigó alleugerit. Els murets de formigó perimetrals de diferents alçades es van executar incorporant passa tubs per realitzar la ventilació.
2. Sobre el sistema de pendent es va col·locar una làmina de polietilè (barrera de vapor) i l'aïllament , poliestirè extrudit.
3. Com a tercer pas, es van col·locar les peces alleugeridores de la casa Daliforma de 12 cm d'alçada, encadellades entre elles i recolzades a l'aïllament. Cada 15×15 metres es formalitzava la junta de dilatació. Cada pastilla es formigonava tot seguit. La capa de compressió de 5 cm d'espessor en el seu punt mínim, prevista per una sobrecàrrega de 5 KN/m^2 , és de formigó. HA20/B/12/IIIa. Consum de formigó $0,07 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Armat amb malla electrosoldada B-500T. $\varnothing 5 \text{ mm}$ $20 \times 20 \text{ cm}$.
4. Els canals lineals de drenatge es constitueixen "apropiant-se" de l'espai dels alleugeridors. Com hem comentat anteriorment la ventilació de la cambra es perllonga per sota del canal en els punts baixos, aprofitant la pendent interior del canal. El canal es construeix in-situ, mitjançant un encofrat recuperable que posiciona el bastiment de la reixa.



SISTEMA DE COBERTA TRANSITABLE VENTILADA.

EDIFICI MULTIFUNCIONAL A LA RAMBLA POBLENOU: ESCOLA D'EDUCACIÓ INFANTIL I PRIMÀRIA SANT MARTÍ.

(E. POSTA EN OBRA DEL SISTEMA:)

5. En la següent fase es col·loca d'Impermeabilització , en aquest cas un sistema bicapa asfàltic adherit, la impermeabilització es col·loca respectant els junts de dilatació i es perllonga a l'interior del canal, on aprofitant l'amplada d'aquest es situen les boneres sifòniques.

Per tal de poder col·locar l' impermeabilització correctament , en el punts on no existeix minvell (pista poliesportiva) es col·loquen prèviament els remats d'acer 4mm galvanitzat en calent tipus 1 per sobre dels quals es perllongarà la làmina formant un goteró cap a l'exterior.

En aquest punt d'execució es realitzen les proves d'estanquitat.

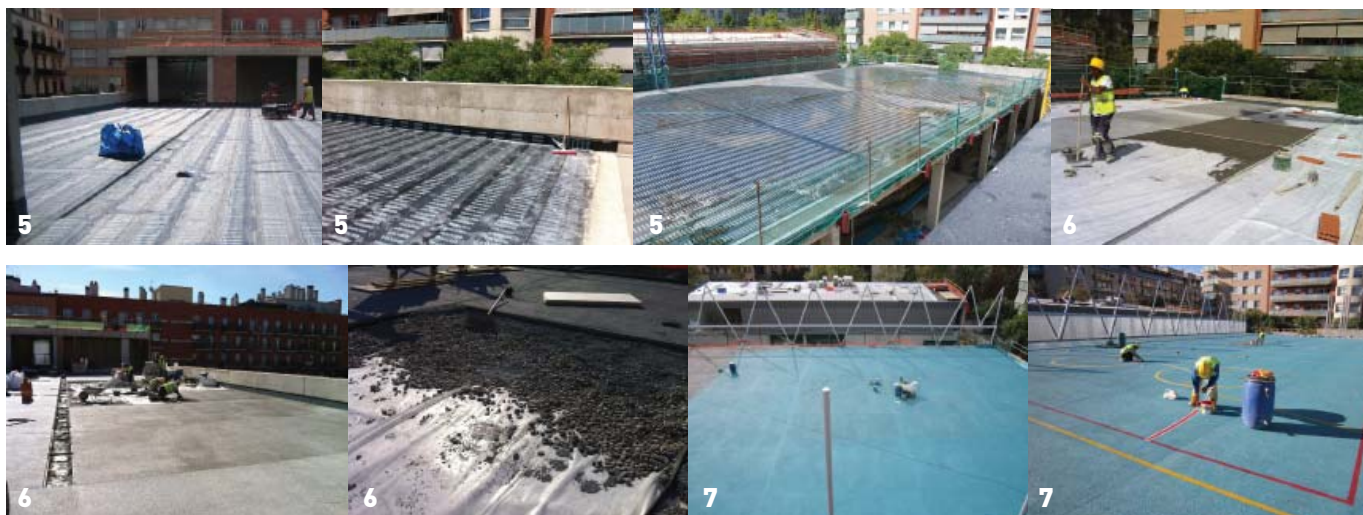
6. L'últim pas, consisteix en la col·locació del paviment drenant de formigó porós. Aquest es col·loca sobre les capes de protecció de l' impermeabilització. El paviment de formigó porós es col·loca amb un 1% de pendent amb gruix variable de 12 a 7 cm.

Per acabar els canals de drenatge, primer es col·loca formigó porós a la base del canal. Mitjançant un encofrat recuperable es posiciona el bastiment de la reixa de forma que quedi subjectada amb el formigó porós que forma els laterals del canal. En les vores sense minvell es col·loca el remat 2, amb xapa de 4mm galvanitzada en calent.

7. Un cop finalitzada la capa de formigó es va pintar amb 3 mans de pintura de poliuretà i es va procedir al marcatge de les pistes, zones de joc...etc i es van col·locar les reixes dels canals de fundició.

Els elements accessoris, tanques de la pista, cistelles de minibàsquet es van col·locar amb la fixació pel lateral de la coberta sense afectar l' impermeabilització.

Els processos d'execució de les cobertes es va realitzar escalonadament, començant el procés el més de juny del 2012 i finalitzant la darrera coberta el mes de setembre del 2012.



SISTEMA DE COBERTA TRANSITABLE VENTILADA.

EDIFICI MULTIFUNCIONAL A LA RAMBLA POBLENOU: ESCOLA D'EDUCACIÓ INFANTIL I PRIMÀRIA SANT MARTÍ.

F. CONCLUSIONS I EVALUACIÓ FINAL:

1. Sistema apte per cobertes transitables d'us peatonal intensiu.

El sistema de coberta permet utilitzar canals de drenatge impermeabilitzats i així regularitzar la geometria de la coberta, formant pendents de desguàs molt petites i constants, compatibles amb la pràctica esportiva. I alhora assegurant una alta capacitat de drenatge.

2. Millora de prestacions tèrmiques

El fet de disposar una cambra d'aire lleugerament ventilada permet millorar les prestacions tèrmiques de la coberta, tant reduint la seva transmitància, com millorant el seu comportament davant la radiació solar.

3. Millora de prestacions acústiques.

Les prestacions acústiques especialment pel que fa a la transmissió del so d'impacte han resultat ser molt bones. La combinació de la cambra d'aire i el sistema elàstic (efecte molla) que proporcionen els alleugeridors de polipropilè donen valors d'aïllament molt alts. Segons les medicions realitzades in-situ el nivell de pressió de soroll d'impactes estandarditzat obtingut: $L_{nT,W} \leq 28\text{dB}$ és molt menor que l'exigit a la normativa. (menys de la meitat).

4. Sistema semi - industrialitzat .

Tot i que per construir la coberta calen moltes capes i s'han de col·locar de forma successiva, s'han estandarditzat tots els processos i sistemes, de forma que apareguin el mínim nombre de components i siguin molt repetitius. Així per exemple els remats perimetrals s'han reduït a dos peces, que s'han fabricat a taller arribant a obra totalment acabades per ser col·locades.

5. Sistema flexible

El sistema es molt flexible ja que permet diferents configuracions d'impermeabilització i diferents paviments d'acabat final. El paviment drenant escollit resulta óptim per la pràctica esportiva no intensiva i com a zona de jocs gràcies al seu grau de lliscament.



Crèdits.

© Fotografia Coberta Acabada:
© Fotografies Obra:
© Plànol detall:

Aitor Estévez
UTE SUMO Arquitectes + Yolanda Olmo
UTE SUMO Arquitectes + Yolanda Olmo

SISTEMA DE COBERTA TRANSITABLE VENTILADA.

EDIFICI MULTIFUNCIONAL A LA RAMBLA POBLENOU: ESCOLA D'EDUCACIÓ INFANTIL I PRIMÀRIA SANT MARTÍ.

UTE SUMO ARQUITECTES SLP (Jordi Pagès, Marc Camallonga i Pasqual Bendicho) + Yolanda Olmo